

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. H01L 21/302	(45) 공고일자 2000년10월16일
	(11) 등록번호 10-0270249
	(24) 등록일자 2000년07월29일
(21) 출원번호 10-1997-0004442	(65) 공개번호 특1997-0063521
(22) 출원일자 1997년02월14일	(43) 공개일자 1997년09월12일
(30) 우선권주장 96-28891 1996년02월16일 일본(JP)	
(73) 특허권자 닛뽕덴끼 가부시끼가이샤 일본 도오쿄도 미나토구 시바 5초메 7방 1고	
(72) 발명자 쇼지 히데유키	
(74) 대리인 일본 도오쿄도 미나토구 시바 5초메 7방 1고 닛뽕덴끼 가부시끼가이샤 나미 박해선, 조영원	

심사관 : 정희봉

(54) 에칭속도, 이방성, 및 실리콘산화물에 대한 선택비가 개선된 고융점 금속층을 패터닝하기 위한 건식 에칭 방법

요약

실리콘 산화물층상의 고융점 금속층은 SF_6 , Cl_2 , 및 CO 를 함유하는 에칭 가스에 노출되어 패터닝되고, F 라디칼과 Cl 라디칼은 고융점 금속을 효과적으로 에칭하며, CO 가스의 반응 생성물은 건식 에칭이 활발함으로 진행하지 않도록 하여 양호한 이방성, 높은 에칭 속도 및 실리콘 산화물에 대한 높은 선택비의 건식 에칭을 성취할 수 있다.

도면도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1c 는 본 발명에 의한 건식 에칭 방법의 순서를 나타내는 단면도.

도 2 는 본 발명에 의한 방법에 사용되는 협소 갭 평행판 반응 에칭 시스템을 나타내는 개략도.

도 3 은 에칭 가스 내에 함유된 CO 의 유량과 에칭 속도 및 텅스텐과 실리콘 산화물 사이의 선택비를 나타내는 그래프.

도 4 는 측면상의 반응 생성물의 두께와 CO 의 유량 사이의 관계를 나타내는 그래프.

도 5a 내지 도 5c 는 본 발명에 의한 건식 에칭의 다른 방법의 순서를 나타내는 단면도.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1 : 반도체 기판 | 2 : 실리콘 산화물층 |
| 3 : 텅스텐층 | 4 : 포토레지스트 에칭 마스크 |
| 7 : 협소 갭 평행판 반응성 이온 에칭 시스템 | |
| 7a : 하부 전극 | 7b : 상부 전극 |
| 7c : 반응 챔버 | 7d : 에칭 가스선 |
| 7e : 매칭 박스 | 7f : RF 전원 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 장치 제조 기술에 관한 것으로, 특히, 고융점 금속층을 패터닝하는 건식 에칭 방법에 관한 것이다.

초고집적화는 회로 구성 정밀도를 점진적으로 향상시키는 배선 구조를 가지며, 텅스텐은 중간 접연층상의 배선과 콘택트 홀 내의 플러그로서 사용된다. 또한, 텅스텐은 광차폐 특성과 같은 양호한 특성이 있으며 텅스

텐슘은 전하 결합 소자 (CCD) 등의 반도체 고체 촬상 소자의 광차폐층으로서 제공된다.

텅스텐층 등의 고용점 금속층은 일반적으로 반응성 이온 에칭을 통해 패터닝된다. 반응성 이온 에칭에 사용되는 에칭 가스의 일반적인 예는 일본 특개평 1-248522 에 개시되어 있다. 이 공보에는 2 단계의 건식 에칭을 제안하고 있다. 제 1 단계는 SF_6/CF_4 의 혼합 가스를 사용하고, 제 2 단계는 CCl_4/N_2 의 혼합 가스를 사용하여 수행된다. 2 단계 건식 에칭은 높은 에칭 속도와 횡방향으로의 에칭이 적은 고정밀도의 패터닝이 가능하다.

일본 특개평 7-130709 호는 텅스텐층에 사용되는 다른 에칭 가스를 제안하고 있다. 에칭 가스는 $SF_6/Cl_2/O_2$ 이고, 실리콘 산화물에 대한 선택비를 15 로 높게 할 수 있다.

T. Maruyama 등의 "Tungsten etching using an electron cyclotron resonance plasma", J. Vac. Sci. Technol. A13(3), p810 내지 p814 (1995년 5월/6월) 은 전자 사이클로트론 공진 플라즈마 에칭 시스템의 텅스텐에 사용되는 SF_6/Cl_2 을 제안하고 있다. 이 방법에 의하면, 측면 에칭의 양을 감소시킨다.

일본 특개평 5-136102 는 텅스텐에 사용되는 다른 에칭 가스를 사용하는 것을 제안하고 있다. 에칭 가스로는 CO 또는 CO_2 를 사용하고 높은 선택비를 성취할 수 있다.

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 종래의 에칭 가스는 다음과 같은 문제점을 갖는다. 2 단계의 에칭에 사용되는 종래의 에칭 가스는 "프레온" 으로 알려진 클로로플루오르 카이보를 함유한다. 프레온은 성층권의 오존을 파괴하므로 미래에는 사용하지 않는다. 그러므로, 텅스텐의 건식 에칭을 위하여 일본 특개평 1-248522 에 개시된 에칭 가스를 이용하는 것은 불가능하다.

일본 특개평 7-130709 에 개시된 종래의 에칭 가스는 미방성이 되지 않는다. 두께가 0.5 미크론의 텅스텐층을 에칭 가스를 사용하여 패터닝하면, 에칭은 0.1 미크론만큼 횡방향으로 진행한다. 그러므로, 이 방법은 마이크로 패터닝에 적합하지 않다.

T. Maruyama 에 의해 제안된 종래의 에칭 가스는 실리콘 산화물에 대한 선택비가 작다. 전하 결합 소자의 광차폐층으로서, 텅스텐층을 얇은 실리콘 산화물 위에 놓으면, 에칭 가스는 전하 결합 장치에 손상을 입히기 쉬우며 생산 수율을 저하시키기 쉽다.

마지막으로, 일본 특개평 5-136102 에 개시된 에칭 가스는 에칭 속도가 낮다. 에칭 속도의 범위는 800 앵스트롬/분 내지 1000 앵스트롬/분 사이이다. 그러므로, 종래의 에칭 가스는 건식 에칭 기술의 생산성을 저하시키는 문제점이 있다.

그러므로, 본 발명의 목적은 소량의 횡방향 에칭 하에서 에칭 속도 및 실리콘 산화물에 대한 선택비가 향상된 고용점 금속층을 패터닝하기 위한 건식 에칭의 방법을 제공하는 것이다.

상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 에칭 가스로서 $SF_6/Cl_2/CO$ 의 혼합 가스를 제안한다.

본 발명의 구성 및 작용

본 발명에 의하면, a) 고용점 금속층을 갖는 다층 구조를 준비하는 단계와, b) 고용점 금속층을 SF_6 , Cl_2 , CO 를 함유하는 에칭 가스에 노출시켜 고용점 금속층을 에칭하는 단계를 구비하는 고용점 금속층을 건식 에칭하는 방법을 제공하는 것이다.

다층 구조는 상기 b) 단계 후에 SF_6/Cl_2 와 O_2 를 함유하는 에칭 가스에 노출될 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 건식 에칭 방법의 특징 및 이점에 대하여 상세히 설명한다.

제 1 실시예

도 1a 내지 도 1c 는 본 발명을 실시하는 건식 에칭 방법을 나타낸다. 먼저, 반도체 기판 (1) 을 준비하고, 그 위에 실리콘 산화물층 (2) 을 형성한다. 그 후, 스퍼터링을 사용하여 실리콘 산화물층 (2) 의 전체 표면상에 4000 앵스트롬의 두께로 텅스텐을 증착함으로써 텅스텐층 (3) 을 형성한다.

텅스텐층 (3) 의 전체 표면상에 포토레지스트 용액을 분사한 후 베이킹하여 포토레지스트층이 텅스텐층 (3) 을 피복하도록 한다. 패턴 이미지가 광학적으로 포토레지스트층에 전사되고 현상된다. 그 후, 포토레지스트층은 텅스텐층 (3) 상의 포토레지스트 에칭 마스크 (4) 로 패터닝된다. 결과적으로 발생된 반도체 구조는 도 1a 에 나타내었다.

다음으로, 협소 갭 평행판 반응성 이온 에칭 시스템 (7) 의 하부전극 (7a) 상에 반도체 구조가 배치된다. 도 1a 에 도시된 반도체 구조는 도 2 의 SC 로 나타내었다. 하부 전극 (7a) 은 반응 챔버 (7c) 내의 상부 전극 (7b) 에 대항하며 에칭 가스선 (7d) 은 반응 챔버 (7c) 에 접속되어 있다. 상부 전극 (7b) 은 매칭 박스 (7e) 를 통해 RF 전원 (7f) 에 접속되고, 하부 전극 (7a) 은 접지된다.

반응성 에칭은 다음과 같은 조건하에서 수행된다. SF_6 의 유량, Cl_2 의 유량, CO 의 유량은 각각 200 sccm, 10 sccm, 및 50 sccm 이고, 반응 챔버 (7c) 는 250 mTorr 로 유지된다. RF 전원 (7f) 의 전력 밀도는 0.55 W/cm² 로 조절되고, 전극 (7a, 7b) 사이의 갭은 0.8 cm 이다.

에칭 가스의 SF_6 와 Cl_2 은 텅스텐층 (3) 에 F 라디칼과 Cl 라디칼을 공급하고, F 라디칼과 Cl 라디칼은 텅스텐층 (3) 을 에칭한다. 이것은 높은 에칭 속도를 초래한다. CO 는 카이본 시스템 내에 반응 생성물을 발생시킨다. 텅스텐 (3) 의 측면상에 반응 생성물이 증착되어 텅스텐은 F 라디칼과 Cl 라디

칼로부터 보호된다. 이 때문에, 건식 에칭은 수직적으로 진행된다. 그러나, 반응 생성물은 횡방향으로 건식 에칭이 진행하지 않도록 한다. 에칭 가스는 실리콘 산화물에 대하여 15의 선택비를 성취한다.

반응성 에칭은 실리콘 산화물층 (2)이 노출될 때까지 계속된다. 704 나노미터에서 F 라디칼에 기인한 발광 파장을 감시함으로써 증정을 검출할 수 있다. 704 나노미터에서의 발광 강도가 급격히 증가되면, 실리콘 산화물층 (2)의 표면이 에칭 가스에 노출되어 재조업자는 건식 에칭이 증정에 도달한 것을 인식할 수 있다.

관통홀 (3a)이 텅스텐층 (3)에 형성되고 관통홀 (3a)을 정의하는 측면은 도 1b에 나타난 바와 같이 반응 생성물 (5)로 피복되어 있다.

마지막으로, 반도체 구조가 산소 플라즈마에 노출되고, 포토레지스트 마스크 (4)와 반응 생성물 (5)은 도 1c에 나타난 바와 같이 제거된다.

본 발명자는 에칭 가스를 평가하였다. SF_6 의 유량과 Cl_2 의 유량은 200 sccm과 10 sccm으로 고정되고, CO 의 유량은 변화한다. 반응 챔버 (7c)는 250 mTorr로 조절되고, RF 전력 (7f)은 0.55 W/cm^2 로 조절된다. 텅스텐의 에칭 속도와 실리콘 산화물의 에칭 속도는 각각 선 (PL1 및 PL2)으로 나타내었다. 선택비는 선 (PL3)에 의해 나타난 바와 같이 50 sccm의 CO 의 유량에서 최대화되고 약 15가 된다. 50 sccm에서의 에칭 속도는 매우 크며, 높은 에칭 속도는 건식 에칭의 생산성을 개선시킨다.

그러나, CO 가스가 100 sccm을 초과하면, 텅스텐의 에칭 속도는 감소한다. 150 sccm에서의 텅스텐의 에칭 속도는 400 앙스트롬/분이다. 이 때문에, CO 의 최대 유량은 100 sccm이다. 반면에, CO 가스가 50 sccm 미만이면, 반응 생성물의 부족에 의해 선택비가 감소한다. 이 때문에, CO 최소 유량은 20 sccm이므로 측면 에칭을 억제한다. 그러므로, 높은 선택비와 텅스텐의 높은 에칭 속도는 CO 가스의 유량비를 적절히 조절함으로써 성취된다.

본 발명자는 추가적으로 Cl_2 의 유량비의 영향을 평가하였다. 본 발명자는 SF_6 의 유량을 200 sccm으로 고정하고, Cl_2 의 유량과 CO 의 유량을 변화시킨다. Cl_2 의 유량이 5 sccm과 15 sccm 사이이면, 에칭 속도와 선택비는 선 (PL1, PL2, 및 PL3)에 의해 가리킨 것과 거의 동일하다.

본 발명자는 추가적으로 CO 의 유량에 대하여 반응 생성물 (5)의 두께를 측정하였다. SF_6 의 유량과 Cl_2 의 유량은 200 sccm과 10 sccm으로 고정되고, 반응 챔버 (7c)는 250 mTorr로 조절된다. RF 전력 밀도는 0.55 W/cm^2 로 조절된다. 반응 생성물 (5)의 두께는 선 (PL4)에 의해 나타난 바와 같이 CO 의 유량과 함께 증가한다. 반응 생성물 (5)은 20 sccm에서 0.012 마이크로미터, 50 sccm에서 0.05 마이크로미터, 100 sccm에서 0.12 마이크로미터이다. 그러므로, 본 발명자는 반응 생성물이 CO 가스로부터 발생하는 것을 확인하였다.

본 발명자는 SF_6 , Cl_2 , 및 CO 사이의 유량의 바람직한 비율은 20 : 0.5-1.5 : 2-10임을 확인하였다.

상술한 바와 같이, SF_6 , Cl_2 , 및 CO 의 에칭 가스는 높은 에칭 속도, 양호한 이방성, 및 실리콘 산화물에 대한 높은 선택비를 성취할 수 있다.

제 2 실시예

도 5a 내지 도 5c는 본 발명을 실시하는 건식 에칭 방법의 다른 순서를 나타낸다. 반도체 기판 (10)을 준비하고, 두꺼운 필드 산화층 (도시 생략)을 반도체 기판 (10)의 주면 상에 선택적으로 성장시킨다. 두꺼운 필드 산화층은 복수의 액티브 영역을 정의하고, 복수의 액티브 중 1개는 필드 효과 트랜지스터 (11)로 할당된다.

얇은 게이트 산화물층 (11a)은 액티브 영역상에서 열적으로 성장하고, 폴리실리콘층은 얇은 게이트 산화물층 (11a)상에 증착된다. 포토레지스트 에칭 마스크 (도시 생략)는 폴리실리콘층상에 설치되고, 폴리실리콘층과 얇은 게이트 산화물층 (11a)은 선택적으로 에칭되어 게이트 전극 (11b)을 형성한다. 도펀트 불순물이 게이트 전극 (11b)과의 자기 정렬 방법으로 액티브 영역에 주입되어 액티브 영역에 소오스 및 드레인 영역 (도시 생략)을 형성한다.

실리콘 산화물을 구조의 전체 표면에 증착하여, 중간 절연층 (12)을 형성한다. 스퍼터링을 사용하여 텅스텐을 중간 절연층 (12)상에 증착하여, 중간 절연층 (12)위에 텅스텐층 (13)이 형성된다.

다음으로, 포토레지스트 용액을 텅스텐층 (13)의 전체 표면에 분사하고, 베이킹하여 포토레지스트층을 형성한다. 상부 배선용 패터닝 이미지는 포토레지스트층에 광학적으로 전사되고, 장상이 포토레지스트층에 형성된다. 장상은 현상액으로 현상되고, 포토레지스트층은 도 5a에 나타난 바와 같이 포토레지스트 에칭 마스크 (14)로 패터닝된다.

도 5a에 나타난 반도체 구조가 도 2에 나타난 바와 같이 협소 겹 평행판 반응성 이온 에칭 시스템에 배치되고, SF_6 , Cl_2 , 및 CO 가 함유된 에칭 가스를 이용하여 제 1 단계 에칭이 수행된다. 제 1 단계 에칭의 에칭 조건은 다음과 같다. SF_6 의 유량, Cl_2 의 유량, 및 CO 의 유량은 각각 200 sccm, 10 sccm, 및 100 sccm이다. 반응 챔버 (7c)는 250 mTorr에서 유지되고, RF 전력 밀도는 0.55 W/cm^2 이다. 전극 (7a 및 7b) 사이의 갭은 0.8 cm이다.

제 2 단계 에칭의 에칭 가스는 실리콘 산화물에 대해 약 20의 높은 선택비를 성취하며, 중간 절연층 (12)은 손상되지 않는다. 더욱이, 반응 생성물이 제 2 단계 에칭의 에칭 가스로부터 발생하지 않으며, 제 2 단계 에칭은 횡방향으로 진행된다. 제 2 단계의 에칭은 등방성에 근접한다. 결과적으로, 제 2 단계 에칭의 에칭 가스는 잔여 텅스텐 부분 (13a)을 완전히 제거한다. 그 결과

의 구조는 도 5c에 나타내었다.

마지막으로, 포토레지스트 에칭 마스크 (14)는 황산 및 과산화수소의 혼합물에 노출된다. 혼합물은 포토레지스트 에칭 마스크 (14)와 반응 생성물 (15)을 제거한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 제 1 단계의 에칭 가스는 CO 가스로부터 반응 생성물 (15)을 발생하고, 반응 생성물은 포토레지스트 에칭 마스크 (14) 아래의 텅스텐을 F 라디칼과 Cl 라디칼로부터 보호하여 제 1 단계 에칭 미방청을 형성한다. 결과적으로, 포토레지스트 에칭 마스크 (14)의 패턴은 텅스텐층 (13)에 정확하게 전사된다. 그러나, 미방청 에칭은 중간 절연층 (12)의 단차부 (12a)에 잔여의 텅스텐 부분 (13a)을 남긴다. 제 2 단계의 에칭 가스는 등방성에 의해 단차부 (12a)로부터 잔여의 텅스텐 부분을 제거한다. 2개의 에칭 단계에서의 에칭 가스는 실리콘 산화물에 대한 높은 선택비를 성취하고, 중간 절연막이 손상되지 않는다.

본 발명의 특정 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 기술에 속한 자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형과 변경이 가능하다.

예를 들어, 본 발명의 에칭 가스는, 예를 들어, 티타늄 및 몰리브덴 등의 다른 고용점 금속을 패터닝하는데 사용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

- a) 텅스텐층 (3;13)을 갖는 다층 구조를 준비하는 단계와,
- b) 상기 텅스텐층 (3;13)을 에칭 가스에 노출시켜 상기 텅스텐층을 에칭하는 단계를 구비하고, 상기 에칭 가스는 SF₆, Cl₂, 및 CO를 포함하는 것을 특징으로 하는 텅스텐층의 건식 에칭 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다층 구조는 상기 텅스텐층 (3;13)의 하부에 놓인 실리콘 산화물층 (2;12)을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 3

- c) 텅스텐층 (3;13)을 갖는 다층 구조를 준비하는 단계와,
- d) 상기 텅스텐층 (3;13)을 에칭 가스에 노출시켜 상기 텅스텐층을 에칭하는 단계를 구비하고, 상기 에칭 가스는 SF₆, Cl₂, 및 CO를 포함하며, SF₆, Cl₂, 및 CO 사이의 유량비는 20 : 0.5-1.5 : 2-10 인 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계와 상기 b) 단계 사이에 상기 텅스텐층 (3;13)상의 포토레지스트층을 포토레지스트 에칭 마스크 (4;14)로 패터닝하는 단계를 더 구비하여 상기 CO로부터 발생된 반응 생성물층 (5;15)은 상기 포토레지스트 에칭 마스크 (4;14) 아래의 상기 텅스텐층 (3;13)의 부분을 상기 SF₆와 상기 Cl₂로부터 발생된 라디칼로부터 보호하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 b) 단계 후에 상기 포토레지스트 에칭 마스크 (4;14)와 상기 반응 생성물층 (5;15)을 제거하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 포토레지스트 에칭 마스크 (4)와 상기 반응 생성물층 (5)의 제거는 상기 포토레지스트 에칭 마스크와 상기 반응 생성물층을 산소 플라스마에 노출시킴으로써 성취되는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계 후에, c) 상기 다층 구조를 SF₆, Cl₂, 및 O₂를 함유하는 에칭 가스에 노출하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 a) 단계와 상기 b) 단계 사이에 상기 텅스텐층 (13) 상의 포토레지스트층을 포토레지스트 에칭 마스크 (14) 로 패터닝하는 단계를 더 구비하여 상기 C0 로부터 발생된 반응 생성물층 (15) 은 상기 포토레지스트 에칭 마스크 (14) 아래의 상기 텅스텐층 (13)의 부분을 상기 SF₆와 상기 C1 로부터 발생된 라디칼로부터 보호하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 c) 단계 후에 상기 포토레지스트 에칭 마스크 (14)와 상기 반응 생성물층 (15)을 제거하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

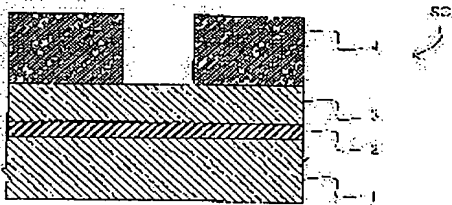
청구항 10

제 9 항에 있어서,

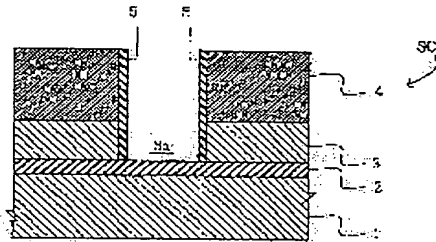
상기 포토레지스트 에칭 마스크 (14)와 상기 반응 생성물층 (15)의 제거는 상기 포토레지스트 에칭 마스크와 상기 반응 생성물층을 황산과 과산화수소의 혼합물에 노출시킴으로써 성취되는 것을 특징으로 하는 건식 에칭 방법.

도면

도면 1a



도면 1b



도면 1c

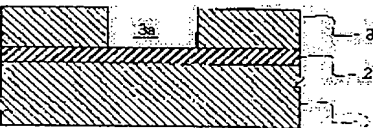


图2

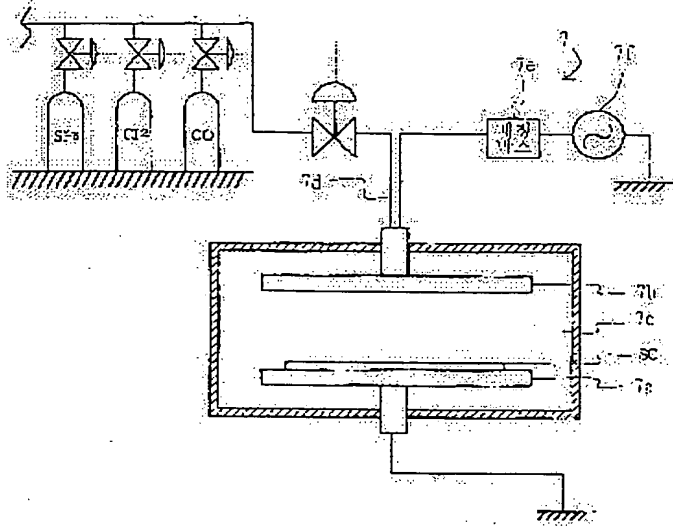
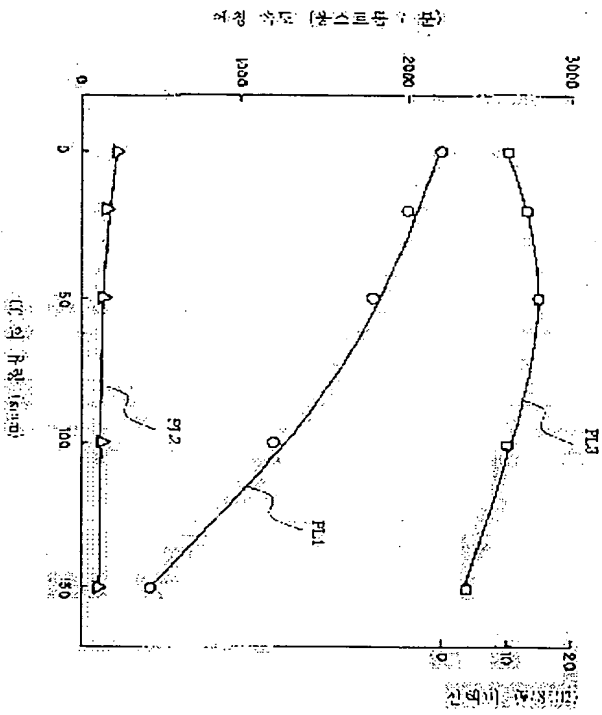
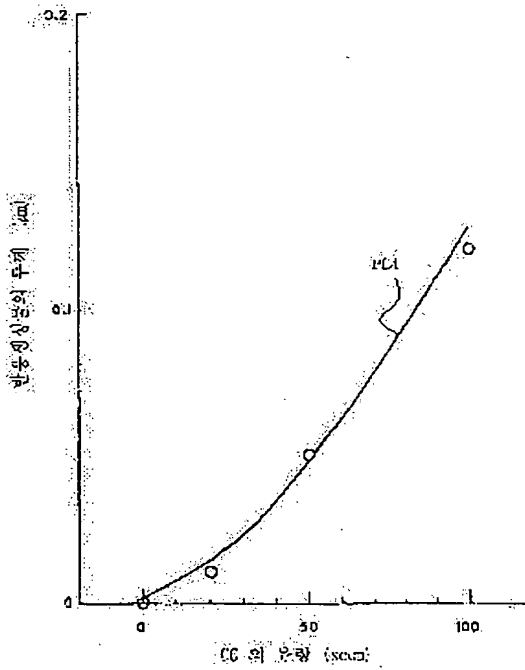


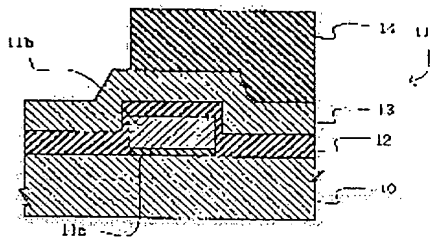
图3



도면4



도면5a



도면5b

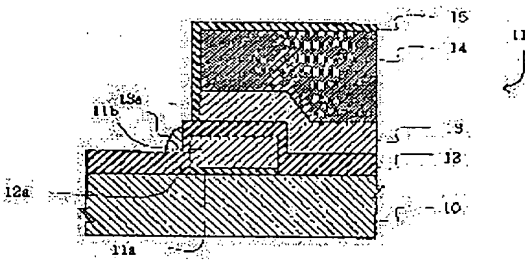
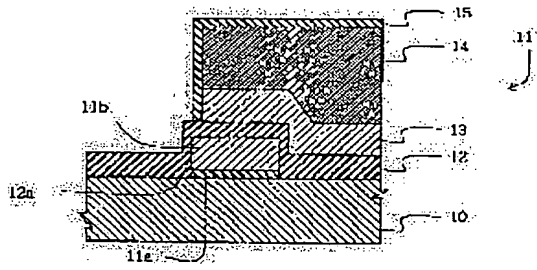


図 50



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.